

共分散構造分析による冬期道路交通サービスの成果指標の抽出に関する研究

A Study on Outcome Index of Winter Road Traffic Service using SEM Analysis

李 泰榮*
(福井大学大学院)

三村 泰広*
(福井大学大学院)

川本 義海**
(福井大学工学部)

本多 義明**
(福井大学工学部)

1. はじめに

1.1 研究の背景

高齢化・過疎化が深刻に進んでいる農山村地域では、幹線道路の整備量が少ないことに加え、公共交通機関のサービス水準が低いことから、自動車依存度が高いのが一般的である。そのため、降積雪による走行環境や歩行環境の悪化を背景として、冬期の道路状況のハンディキャップを克服したいという地域住民の要望や除排雪に対する需要が高まっている。

一方、近年、政府の行政マネジメントの成果主義運営への転換により、道路整備により発生する整備効果の達成度を成果として表わす成果指標が重要視されている。しかし、国土交通省により定められている成果指標では、バリアフリー化や災害時救援ルートの確保など、降積雪時の道路に間接的に関わる指標はあるものの、全国レベルで構築されているため、地域の実態を反映したより実質的な指標が必要とされている。そのため、全国レベルの指標と自治体レベルの指標の連携を考慮し、全国レベルで取り扱う指標と、地域・路線などで取り扱う指標を反映させる必要があることが指摘されている。特に雪国においては、降積雪に見舞われるという地域的かつ明快な特徴があるため、その地域の特徴を考慮した成果指標が必要となる。

1.2 研究の方法

本研究では、降積雪のある農山村地域の地域的特徴に着目し、降積雪時の道路に対する地域住民の意識を考慮した冬期道路交通サービスの成果指標の提案を目的とする。まず、降積雪に見舞われる農山村地域の地域住民の移動及び生活の実態、そして行政対応に対する評価について意識調査を行う。さらにこのデータを用い、地域住民の降積雪時の移動及び生活の実態と、行政対応に対する評価間の因果構造を明らかにするため、因子分析により得られた因子を構成概念とする共分散構造分析を行う。以上の結果を踏まえ、地域の実態を反映するものとして、降積雪といった地域的特徴及び地域住民の意識が考慮された降積雪のある農山村地域の冬期道路交通サービスの成果指標を提案する。

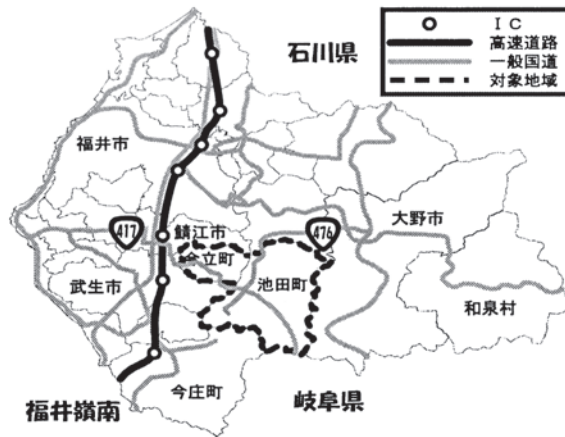
(キーワード：農山村地域、降積雪、冬期道路交通サービス、共分散構造分析、成果指標)

*Taiyoung Lee (Graduate School of Engineering, University of Fukui, Fukui, 910-8507)

*Yasuhiro Mimura (Graduate School of Engineering, University of Fukui, Fukui, 910-8507)

**Yoshimi Kawamoto (Faculty of Engineering, University of Fukui, Fukui, 910-8507)

**Yoshiaki Honda (Faculty of Engineering, University of Fukui, Fukui, 910-8507)



図－1 対象地域（2004年2月現在）

表－1 調査概要

・調査時期	2004年 2月中旬
・対象地域	今立郡（今立町、池田町）
・調査対象	対象地域を活動の拠点とする15歳以上の方
・調査方法	留置調査法
・配布数	210票（今立町:110票、池田町:100票） （母集団:17,666、精度:0.07、信頼度:0.95、標本数:194）
・抽出率	1.1%（今立町:0.8%、池田町:1.9%）
・回収数	160票（今立町:92票、池田町:68票） （精度:0.07、信頼度:0.93）
・有効回収率	76.2%（今立町:89.1%、池田町:62.0%）
・質問内容	問1. 個人属性 問2. 降積雪時の移動の実態（自動車） 問3. 降積雪時の移動の実態（歩行者） 問4. 降積雪時の生活の実態 問5. 降積雪時の行政対応に対する評価

2. 研究の対象地域

図－1に示すように、本研究は、降積雪のある農山村として福井県今立郡（今立町と池田町）を研究の対象とした。特に池田町は、周囲に山が入り組み、特別豪雪地帯、過疎地域、特定農山村地域に指定されている典型的な降積雪のある農山村地域である。

なお、この地域は、南東部に大野市及び岐阜県、北西は鯖江市、武生市に接して位置している。武生市と鯖江市への通勤・通学者の割合は、各々5%通勤圏の人口比率を超える全人口の約12%と7%であり、多くの流動人口が見られている状況である。

平成12年の国勢調査による総人口は17,666人であり、人口密度も同県内の都市地域と比べ低い地域である。また、道路密度が低いことから、生活道路の殆どが主要幹線道路でもあるという状況である。さらに、降雪量も多く、最近10年間の平均積雪深は、72.7cmであり、特に多くの雪に見舞われている地域として代替ルートの確保が日常生活にとって極めて重要な地域である。

3. 降積雪時の道路交通サービスに対する地域住民の意識

3.1 調査概要

対象地域を活動の拠点としている15歳以上の方を対象に、降積雪時の道路交通サービスに対する自動車及び歩行者の移動、そして生活の実態に加え、行政対応に対する評価についてアンケート調査を行った。調査概要及び質問内容は表－1に示す通りである。

表－2 各質問項目に対する回答比率（%）

質問項目及び回答比率		
自動車の移動	寒さで凍結した道路を通ること	59
	雪でデコボコになった道路を通ること	52
	悪い運転マナーの車を見かけること	51
	残された雪で道幅が非常に狭くなった道を通ること	48
	除雪後の雪の山で視界が悪いこと	35
	通行の邪魔になる路上駐車を見かけること	34
	TVなどで道路の情報を収集すること	28
	交通渋滞に巻き込まれること	15
歩行者の移動	除雪されていない道路を通ること	15
	交通マナーの悪い車を見かけること	58
	消融雪装置の散水が歩行の妨げになること	55
	雪の山でスペースがなく、車道を歩くこと	51
	バス停が寒いこと	36
	除雪後の雪の山で視界が悪いこと	33
	歩道に歩く邪魔になる駐車があること	29
	TVなどで道路の状況を情報収集すること	26
生活の実態	除雪されていない歩道を歩くこと	21
	バスが時間どおりに来ないこと	19
	自宅の前の道路を除雪すること	72
	外出や娯楽をあきらめること	40
	衣服などの買い物をあきらめること	32
	軽い症状ならば、病院へ行かないこと	31
	買い物をあきらめること	22
	除雪車の入らない路地を協力して除雪すること	16
行政対応に対する評価	子供たちの通学路（歩道）を協力して除雪すること	13
	定期的な通院を一時的にあきらめること	12
	営業など業務での移動をあきらめること	8
	通行の邪魔になる路上駐車への対応	4
	バスなど、公共交通への対応	6
	除雪協力体制への対応	8
	交通混乱を起こさないための情報提供による対応	9
	規制強化や誘導による交通マナーのための対応	11
	除雪で残った雪への対応	12
	歩道除雪への対応	14
	雪捨て場の確保への対応	19
	消融雪装置の散水や凍結防止剤による路面への対応	36
	通行の支障がないような除雪時間帯への対応	40
	きれいな除雪などデコボコ路面への対応	41
	幹線道路以外の道路（町道）の除雪の対応	46
	幹線道路（国道・県道）の除雪の対応	47

3.2 調査結果

地域住民の意識が反映された冬期道路交通サービスの成果指標の提案のためには、まず、降積雪時の道路交通サービスに対する地域住民の意識を十分把握し、それを踏まえた上、冬期道路交通サービスのためにどのような指標が優先されるべきかを検討することが重要である。

表-2に質問内容の詳細な質問項目を示す。数値は、問2から問4までについて、「非常に多い」、「やや多い」、及び問5について、「大変良い」、「やや良い」の回答比率を示したものである。

「自動車の移動」については、積雪や凍結による通行の不便さを感じる機会が多いことがわかる。また、「歩行者の移動」について、実態では自動車交通の円滑さが降積雪時の歩道環境を特に悪化させる要因となっていると考えられる。

「生活の実態」に関する回答からは、全体的に積雪により行動が制限されることは少なく、それらの行動を行うために、特に自宅の前の除雪作業をする必要性が高いことがわかる。

一方、「行政対応に対する評価」については、行政からの情報提供の徹底はもちろん、今後は意見交換等により市民・行政・企業のパートナーシップによる協力体制の確立という大きな課題があげられる。

4. 因果構造モデルの作成

4.1 共分散構造分析

共分散構造分析とは、意識調査によって得られたデータ（観測変数）と、その背後にあると考えられる、直接計測することのできない構成概念（潜在変数）との間の因果関係を明らかにするものである。分析者は様々な仮説のもとに自由にモデルを構築することができ、その仮説の有意性を検証することに有効な分析手法である。因子分析から得られる因子を構成概念（潜在変数）としてモデルを構築し、観測変数の共分散構造行列をこれらの方程式モデルのパラメータによって構造化した後、パラメータを推定する。

表-3 因子分析の結果 (バリマックス法)

4.2 潜在変数の設定

因果構造モデルにおける観測変数には、表-2で示したデータを用いる。分析にあたり、次のデータ・クリーニングを行う。分析には、順序尺度のみを使用するため、「わからない」の回答及び無回答が多い質問項目を削除した。次に、多重共線性を考慮し、質問項目間の相関分析を行い、相関が非常に高い（相関係数0.8以上）質問項目を削除した。さらに、より明確な結果を得るため、シグマ値方法により簡便な5段階の順序尺度を間隔尺度に変換した。

以上のクリーニングを行ったデータを用い、因子分析を行い、観測変数がどのような構成概念（潜在変数）によって分類されるのかを明らかにする。共通性の推定は、相関行列の絶対値を最大値とし、因子負荷量の算定には、主因子法を用い直交回転（バリマックス回転）を行った。その結果、表-3のように固有値が1.0以上である6つの因子が構成概念（潜在変数）として得られた。

変数名	因子負荷量	
きれいな除雪などデコボコ路面への対応	0.83	因子1
幹線道路以外の道路（町道）の除雪対応	0.83	
通行の支障がないような除雪時間帯への対応	0.77	
除雪で残った雪への対応	0.72	
歩道除雪への対応	0.70	
幹線道路（国道・県道）の除雪対応	0.67	因子2
雪の山でスペースがなく、車道を歩くこと	0.77	
除雪されていない歩道を歩くこと	0.67	
消融雪装置の散水が歩行の妨げになること	0.67	
歩道に歩く邪魔になる駐車があること	0.50	因子3
食料品などの買い物をあきらめること	0.89	
外出や娯楽をあきらめること	0.79	
軽い症状ならば、病院へ行かないこと	0.75	因子4
交通マナーの悪い車をみかけること	0.72	
通行の邪魔になる路上駐車をみかけること	0.63	
交通渋滞に巻き込まれること	0.61	
TVなどで道路の情報を収集すること	0.48	因子5
悪い運転マナーの車を見かけること	0.47	
寒さで凍結した道路を通ること	0.65	
雪でデコボコになった道路を通ること	0.60	
除雪されていない道路を通ること	0.52	因子6
残された雪で道幅が非常に狭くなった道を通ること	0.51	
交通混乱を起こさないための情報提供による対応	0.74	
規制強化や誘導による交通マナーのための対応	0.69	因子6
通行の邪魔になる路上駐車への対応	0.55	
第6因子の固有値	1.88	
第6因子の寄与率（%）	7.51	
第6因子までの累積寄与率（%）	60.52	

ここで、これらの6因子について、因子負荷量に基づき、観測変数との関係からその意味を考察すると、それぞれ次のような概念を持った因子と理解することができる。第1因子は、「行政対応に対する評価」の項目のうち、幹線道路や幹線道路以外の道路、そして路面の除雪による対応との関連が強いことから、「行政のハード的整備に対する評価」と解釈する。以下同様に、第2因子は、歩行時の危険性との関連が強いことから、「歩行者移動の安全性」と解釈する。以下同様に第3因子は「生活における移動の制約」、第4因子は「移動の快適性と円滑性」、第5因子は「自動車移動の安全性」、第6因子は「行政のソフト的整備による対応」と解釈できる。

4.3 因果構造モデルの解釈

1) モデルの仮説

因子分析の結果から得られた6つの因子を構成概(潜在変数)とし、図-2に示すように仮説のモデルを構築した。

【仮説1】「自動車移動の安全性」や「歩行者移動の安全性」、そして「移動の快適性と円滑性」に支障をきたすような要因が「生活における移動の制約」に影響し、それが道路交通サービスを行っている「行政のハード的整備に対する評価」及び「行政のソフト的整備に対する評価」にそれぞれ反映される。

【仮説2】「自動車移動の安全性」及び「歩行者移動の安全性」、そして「移動の快適性と円滑性」は、「生活における移動の制約」に関わらず、直接「行政のハード的整備に対する評価」及び「行政のソフト的整備に対する評価」に影響を与えている。

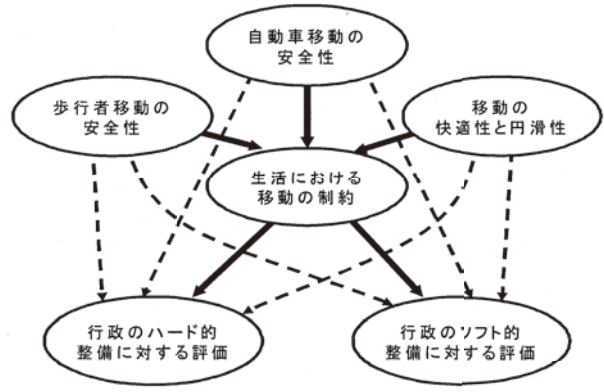


図-2 モデルの仮説

2) モデルの解釈

モデルの推定にはパッケージソフト AMOS4.0 を用いた。表-3 の各質問項目を簡潔にまとめ、

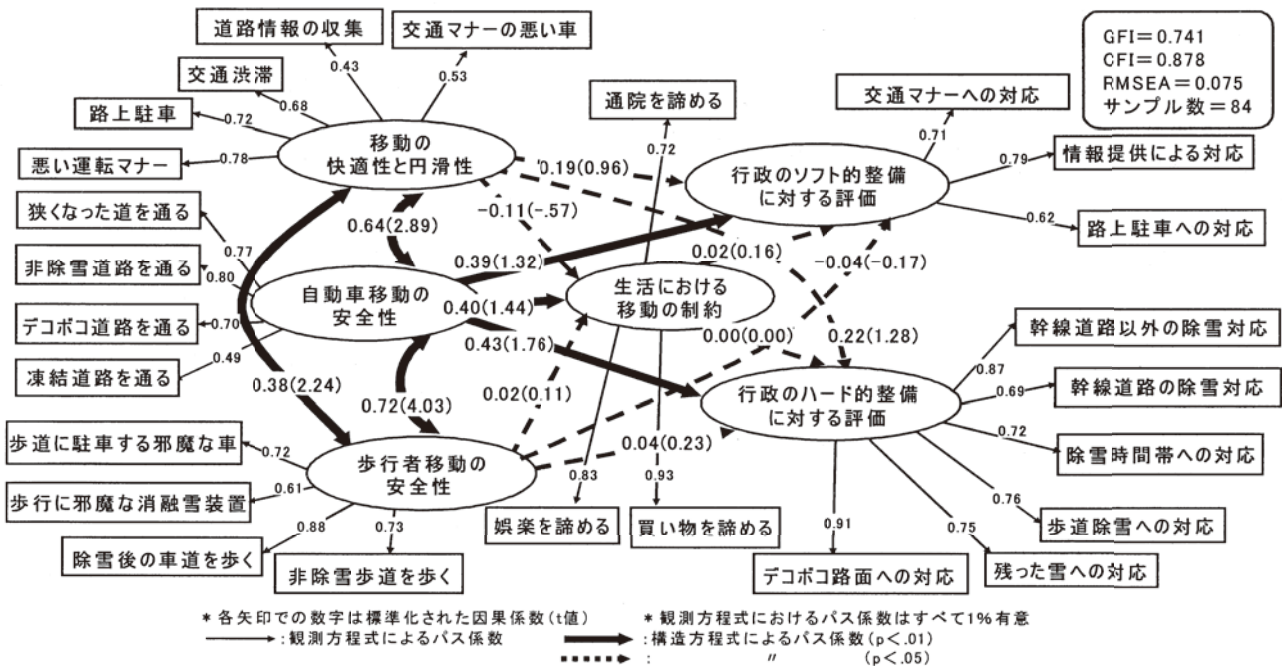


図-3 因果構造モデル

パス図とパラメータの推定結果を図-3に示す。モデルの適合度は $GFI=0.741$ 、 $CFI=0.878$ 、 $RMSEA=0.075$ であり、 GFI は若干低い値となったが、 $RMSEA$ が 0.10 以下であるため、以下に考察を行う。ここで、性別及び年齢を観測変数とする、個人属性といった潜在変数の影響は殆ど見られず、モデルの適合度も低下するため対象外とした ($GFI=0.728$ 、 $CFI=0.855$ 、 $RMSEA=0.077$)。なお、観測方程式における潜在変数から観測変数へのパラメータは、すべてが統計的に 1%水準で有意な結果が得られた。図-3の矢印に記入した値は、標準化したパラメータであり、括弧内の値は t 値である。

分析結果より、各潜在変数間の因果関係を順にみていく。全体的にみると、「自動車移動の安全性」が他の潜在変数と最も強い関連がある。これは、降積雪時には、徒歩より自動車が主な移動手段になることを表していると考えられる。「生活における移動の制約」は、3つの潜在変数から影響を受けており、中でも、「自動車移動の安全性」から最も強い影響(0.40)を受けている。これは、除雪によるデコボコのない綺麗な路面を維持することや、除雪の後の残った雪で道幅が狭くなるのを防ぐことなど、安全な道路環境を整備することが、冬期の生活における移動に支障を与えない要因として重要であることを表しているといえる。

次に、「自動車移動の安全性」から、「行政のハード的整備に対する評価」と、「行政のソフト的整備に対する評価」への影響(0.43、0.39)は両方とも強かった。これは、自動車移動の安全のためには、道路の除雪などのハード的な道路整備による対応も重要であるが、道路情報の提供や、路上駐車への対応など、ソフト的な道路整備による対応も自動車移動の安全性に関連するといえる。しかし「生活における移動の制約」が「行政のハード的整備に対する評価」と、「行政のソフト的整備に対する評価」へ影響を与えると仮定したが、その影響(0.00、0.02)はほとんどみられなかった。このことから、生活の移動の制約よりも、住民の移動を取り巻く道路環境の安全性が、行政対応に対する評価に直接的な影響を与えると読み取れる。

以上より、降積雪時の農山村地域の住民の「自動車の移動」及び「歩行者の移動」そして「生活の実態」と、「行政対応に対する評価」間の因果構造が明らかになった。

5. 成果指標の提案

ここでは、因果構造モデルから、変数間の因果関係を基に、各潜在変数を構成する観測変数と結びつく成果指標を提案する。

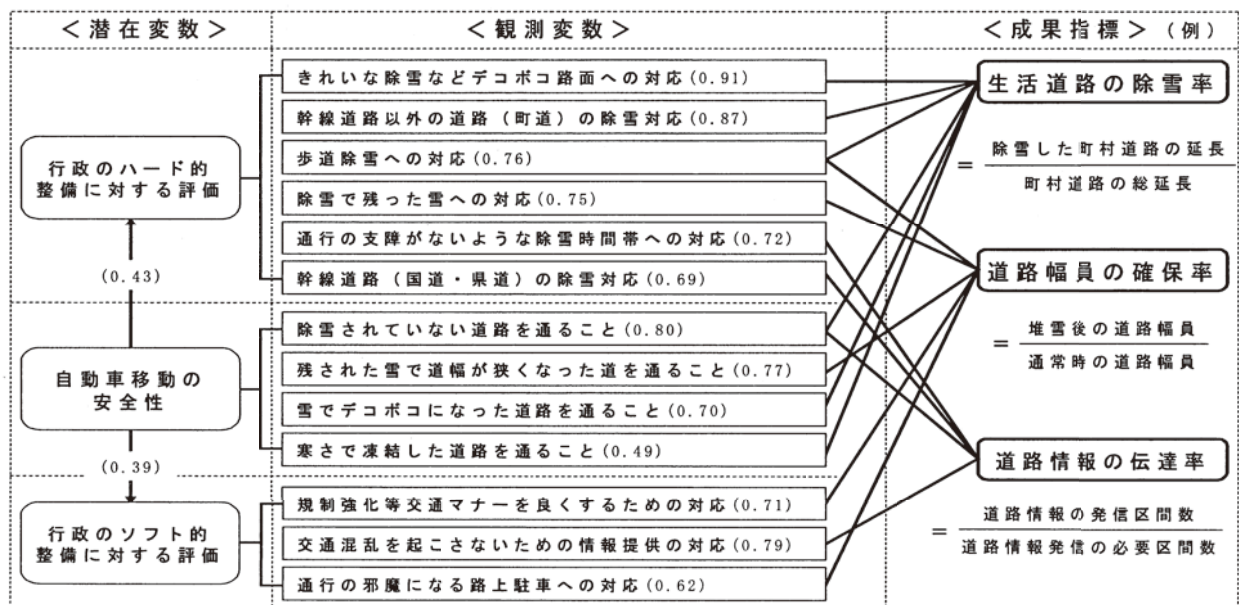


図-4 成果指標の提案

*括弧内の数字は因果係数

表－４ 提案した成果指標の定義

●指標その一：「生活道路の除雪率」 ・住民生活と直結している町内道路の除雪された道路延長の割合を算定 ⇒冬期の道路状況は、路面のデコボコ状態や凍結などの運転しにくい路面状況が発生し、著しく走行環境が低下する状況である。このため、生活道路の確保に向けて消融雪施設の整備や流雪溝の整備により、安定した生活道路の確保を行う。
●指標その二：「道路幅員の確保率」 ・堆雪場の確保や迷惑駐車抑制による道路幅員の確保率を算定 ⇒幅員が狭隘な道路などでは、道路の除雪後の堆雪による車道や歩道の幅員を減少させ、円滑な通行機能が妨げられている。このため、堆雪場などを確保し堆雪による車道や歩道空間の閉塞や減少を防ぎ、迷惑駐車を抑制するなど、道路幅員の確保を行う。
●指標その三：「道路情報の伝達率」 ・住民が必要とする道路区間のリアルタイムな情報の提供率を算定 ⇒迅速な情報提供に向けたシステムの整備や気象・道路情報の積極的な収集によるリアルタイムな情報提供が求められている。このため、地域特性を考慮しつつ、冬期の主要道路をいくつかの区間に分け、現在の除雪の実施状況や今後の実施予定などについて積極的に情報提供を行う。

住民意識の意識を説明する大きな要因である。そこで、これらの要因に対する対応のための成果指標を提案することにより、地域住民の意識が反映された成果指標の提案が可能になる。

提案した３つの成果指標とその内容は表－４に示す通りである。しかし、現在の各市町村が有している道路関連や除雪関連に関するデータでは、これらの成果指標を算出することが困難である。したがって、今後は、これらの指標を算出するための定期的、継続的なデータの収集が必要である。また、提案した指標の実効性をより確実にするために、積雪量などを考慮した感度分析と利用者評価との整合度の検証が不可欠である。さらに、これらの指標が他の農山村地域の道路でも適用可能かを検討するため、成果指標の適用事例を増やし、農山村地域の道路に対する価値基準に関するデータを蓄積していく必要がある。

6. 結論

本研究から以下の成果を得た。

- 1) 意識調査を行った結果、自動車や歩行者の移動では、積雪や凍結による通行の不便さを感じる機会が多いことがわかった。また行政対応に対する評価については、「道路情報の提供」や「路上駐車への対応」、「除雪後の残雪」や「歩道除雪」について不満の意見が多くみられた。したがって、行政からの情報提供や市民・行政・企業のパートナーシップによる協力体制の確立などの必要性が認識された。
- 2) 共分散構造分析を行った結果、降積雪時の住民の移動及び生活の実態と、行政対応に対する評価の間の因果構造が明らかになった。「行政対応に対する評価」に対しては、「自動車移動の安全性」が他の３つの潜在変数のうち最も強い因果関係を持っていることがわかった。
- 3) 共分散構造分析による因果構造モデルから、成果指標の提案を行った。その結果、単に地域が抱えている問題点とその政策課題を表わす指標ではなく、分析によって体系的に地域住民の意識を反映した成果指標の提案が可能になった。

最後に本研究は、農山村地域といった限定された地域の調査結果であり、この結果を直ちに一般化することは難しい。よって、今後はこのような地域特徴を考慮できるプロセスの理論的枠組みを用いた調査研究を行い、各地域的特徴や地域住民の意識が反映された成果指標の提案の一般化や妥当性についてさらに検討する必要があると考えられる。

4.3 で明らかになった因果構造より、「行政のハード的整備に対する評価」と、「行政のソフト的整備に対する評価」に対しては、「自動車移動の安全性」が他の３つの潜在変数のうちで強い因果関係を表していることがわかった。

潜在変数である「自動車移動の安全性」を構成する観測変数を、影響を受けている順序に整理すると、最も強い観測変数は「除雪されていない道路を通ること」(0.80)であり、次に「残された雪で道幅が狭くなった道を通ること」(0.77)である。そして「雪でデコボコになった道路を通ること」(0.70)、最後に「寒さで凍結した道路を通ること」(0.49)である。これに対して強い因果関係を表している２つの潜在変数を同じように整理し図－４に示す。これらの観測変数は、対象地域の道路に対する